

IMAGE-PICKUP UNIT

Publication Number: 2001-086394 (JP 2001086394 A)

Published: March 30, 2001

Inventors:

- MIYASHITA SATOSHI

Applicants

- SONY CORP

Application Number: 11-258099 (JP 99258099)

Filed: September 10, 1999

International Class:

- H04N-005/232
- H04N-005/225
- H04N-005/335
- H04N-005/91
- H04N-005/92
- H04N-009/07

Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an image-pickup unit of a video camera, etc., which can suppress changes of a still image in both monitoring and recording modes and which can also improve the image picture quality. SOLUTION: A CCD image sensor 14 once reads out an entire area of a still image by every two fields by a 2-line mixed reading method in a still image monitor mode. In a still image recording mode, the sensor 14 reads out all pixels at different times, with odd and even lines separated from each other. In the still image recording mode, an image pickup signal is amplified about twice as large as that of the still image monitor mode by a GCA(gain-control amplifier) 16 and sent to an A/D converter 17. Thus, quantization error of A/D conversion can be reduced.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

JAPIO

© 2007 Japan Patent Information Organization. All rights reserved.

Dialog® File Number 347 Accession Number 6858892

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-86394
(P2001-86394A)

(43)公開日 平成13年3月30日(2001.3.30)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
H 0 4 N	5/232	H 0 4 N 5/232	Z 5 C 0 2 2
	5/225	5/225	Z 5 C 0 2 4
	5/335	5/335	F 5 C 0 5 3
			P 5 C 0 6 5
	5/91	9/07	A

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 16 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平11-258099

(22)出願日 平成11年9月10日(1999.9.10)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 宮下 訓

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74)代理人 100067736

弁理士 小池 晃 (外2名)

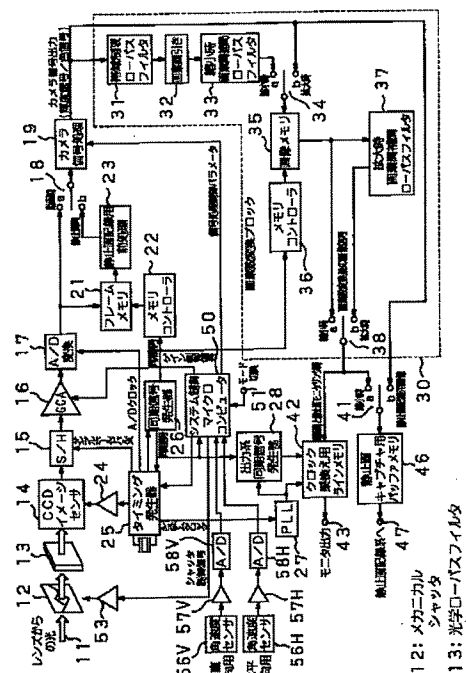
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 撮像装置

(57)【要約】

【課題】 ビデオカメラ装置等の撮像装置における静止画のモニタ時と記録時との画像の変化を抑え、また、画質を向上させる。

【解決手段】 CCDイメージセンサ14は、静止画モニタモード時に2ライン混合読み出しにより2フィールドに1回全領域が読み出され、静止画記録モード時には、奇数ラインと偶数ラインとを別々に別の時間で全画素が読み出される。静止画記録モード時には、撮像信号を、G C A (利得制御アンプ) 16で静止画モニタモード時のほぼ2倍に増幅してA/D変換回路17に送ることにより、A/D変換の際の量子化誤差を低減することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 撮像素子と、

この撮像素子の読み出しを、2ライン混合して読み出す第1のモードと、各ライン独立に読み出す第2のモードとを切り換える手段と、
上記撮像素子からの撮像信号が入力され上記第2のモード時に上記第1のモード時の2倍に増幅する増幅手段とを有することを特徴とする撮像装置。

【請求項2】 上記第1のモードは静止画モニタモード、上記第2のモードは静止画記録モードであることを特徴とする請求項1記載の撮像装置。

【請求項3】 上記第1のモードでは、上記撮像素子の全領域を2ライン混合により2フィールド以内に読み出すことを特徴とする請求項1記載の撮像装置。

【請求項4】 上記撮像素子は、出力画像の画素数よりも多い画素数を有し、上記撮像素子からの撮像信号に基づいて得られた出力画像の画素数よりも多い画素数を有する中間画像の信号を縮小画素数変換して上記出力画像の画像信号に変換する画素数変換手段を有することを特徴とする請求項1記載の撮像装置。

【請求項5】 上記第1、第2のモードとなる静止画モードと、動画モードとを有し、動画モード時には上記撮像素子の画素数よりも少なく上記出力画像の画素数よりも多い上記中間画像の信号を上記撮像素子の撮像領域から切り出し、静止画モード時には上記撮像素子の撮像領域の全てを読み出して上記中間画像の信号とすることを特徴とする請求項1記載の撮像装置。

【請求項6】 上記動画モード時には、上記撮像素子の撮像領域から手振れ補正を伴って上記中間画像を切り出すことを特徴とする請求項5記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、撮像装置に関し、特に、静止画記録機能を有するビデオカメラ装置に適用可能な撮像装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】動画撮影用のいわゆるビデオカメラにおいて用いられるCCDイメージセンサ等の固体撮像素子は、主に出力信号のフォーマットのNTSC/PALの放送方式に合わせた画素数配列のものとなっており、例えば、一般家庭用のデジタルVTR規格の1つである、いわゆるDVフォーマットのビデオカメラでは、実効画素が34～42万画素程度のものが一般的である。

【0003】また、CCDイメージセンサ等の固体撮像素子での撮像は、空間的なサンプリングを行うことに相当することから、画素ピッチそのものによるサンプリングキャリアや、画素上に形成された色フィルタの繰返しにより発生するサンプリングキャリアにより発生する、画像のエッジ部分のぎざぎざや高周波部分でのニセ色などの折り返し成分による画質劣化を抑制するため、

光学的なローパスフィルタを撮像光学系に挿入するのが一般的である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記光学的なローパスフィルタは、高域まで平坦な周波数特性を実現することが難しく、画像の高周波成分が減衰し、解像度の低下を招く。

【0005】特に、単板のCCDを用いたカラーカメラシステムでは、1枚のCCDイメージセンサで輝度も色も生成するために、画素毎に異なる色のフィルタが形成されている。この色コーディングによって発生するサンプリングキャリアによる折り返し成分による画質劣化を押さえるため、色コーディングを持たないカメラシステムに比べ、低い空間周波数に帯域制限しなければならず、さらに解像度が低下する。例えば、Ye, Cy, Ye, Cy など2繰返しの色コーディングでは、白黒撮像やプリズムによってR, G, Bに光を分ける3CCDのカメラシステムの半分の周波数まで帯域制限する必要がある。

【0006】また、静止画像をモニタする場合、全ての画素をNTSCやPAL方式等のテレビジョン規格の1フィールドの時間内に読み出すのは、CCDの駆動特性上困難であるため、CCDからの読み出し画素を間引いてCCDの駆動速度を抑えることが考えられるが、空間での標本化周波数が下がる。これに対し、光学ローパスフィルタは、実際の記録時に高周波での特性劣化をさせないために、全ての画素を読み出す状態に合わせて特性が決められているので、上述のような間引き読み出しにより下がった標本化周波数からの側帯波が折り返って出力画像に混入してしまう。これが輝度、色に対して大きな弊害となり著しく画質を損なう。このため実際にすべての画素を読み出して記録する前のモニタしている状態で、記録される画像がどうなるかの確認の大きな妨げとなる。

【0007】さらにまた、静止画記録用にCCDイメージセンサから信号を読み出す際、2ライン混合して読み出す方法と、2ライン混合せずに偶数ラインと奇数ラインを別時間に読み出した後、フィールドメモリ等へ書いたこれらの信号を合わせて1枚の画像信号とする方法があるが、これらの方法を切り換えて用いる場合に、レベルの変化やA/D変換の量子化精度の変化があり、これが画質劣化を招く可能性がある。

【0008】本発明は、上述の問題点を鑑みてなされたものであって、出力画像の高周波での特性を改善して解像度を向上させることができ、特に高画質のモニタ画像を得ることができ、また、CCDイメージセンサから信号を読み出す際の読み出し方法によらず安定した画質の信号が得られるような撮像装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上述の課題を解決するた

めに、本発明に係る撮像装置は、撮像素子と、この撮像素子の読み出しを、2ライン混合して読み出す第1のモードと、各ライン独立に読み出す第2のモードとを切り換える手段と、上記撮像素子からの撮像信号が入力され上記第2のモード時に上記第1のモード時の2倍に増幅する増幅手段とを有することを特徴としている。

【0010】ここで、上記第1のモードは静止画モニターモード、上記第2のモードは静止画記録モードであることが挙げられる。この場合、上記第1のモードでは、上記撮像素子の全領域を2ライン混合により読み出すことが挙げられる。

【0011】また、上記撮像素子は、出力画像の画素数よりも多い画素数を有し、上記撮像素子からの撮像信号に基づいて得られた出力画像の画素数よりも多い画素数を有する中間画像の信号を縮小画素数変換して上記出力画像の画像信号に変換する画素数変換手段を有することが挙げられる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る撮像装置の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0013】図1は、本発明に係る撮像装置の実施の形態となるビデオカメラ装置のシステムの構成の一例を示すブロック図である。この図1のビデオカメラ装置は、動画撮像と静止画撮像の2つの撮像モードを持ち、動画出力は一般家庭用のデジタルVTR規格であるいわゆるDVフォーマットに従って、出力画像の画素数は、水平720画素×垂直480ラインとなっている。撮像素子であるCCDイメージセンサ14の画素数は、出力画像の画素数よりも充分に多く、例えばいわゆるメガピクセル（100万画素）オーダとなっており、具体的には、水平1152画素×垂直864ラインのものをを用いている。

【0014】図1において、カメラ部の光学レンズを介して得られたレンズからの光11は、機械的なメカニカルシャッター等のシャッター12を介し、光学ローパスフィルタ13を介して、撮像素子であるCCDイメージセンサ14に送られて撮像される。シャッター12は、静止画撮像動作時において、露光時間を制御すると共に、CCDからの信号読み出し中の遮光状態を持続するためのものであり、この実施の形態では、動画撮像時に明るさをダイナミックに調整するアイリス（絞り）としても兼用している。光学ローパスフィルタ13は、CCDイメージセンサ14での撮像の際の空間的サンプリングにより発生する画質劣化を抑制するためのものであり、画素ピッチそのものによるサンプリングキャリアや、画素上に形成された色フィルタの繰り返しにより発生するサンプリングキャリアにより発生する、画像のエッジ部分のぎざぎざや高周波部分でのニセ色などの折り返し成分による画質劣化を抑制するものである。CCDイメージセンサ14で光電変換された画像信号は、動画モード、静止

画モニタリングモード、静止画記録モードの3種類のモードに対応する電荷転送動作で読み出され、信号処理系に送られる。

【0015】信号処理系のサンプルホールド（S/H）回路15は、CCDで光電変換され蓄積された各画素毎の電荷を検出するためのいわゆる相関2重サンプリング（CDS）を行うものであり、このサンプルホールド回路15からの信号は、利得制御アンプ（GCA）16を介しA/D変換回路17に送られ、アナログ/デジタル変換される。A/D変換回路17からの出力は、動画/静止画の切換スイッチ18の動画用の被選択端子aと、静止画用のフレームメモリ21とに送られる。フレームメモリ21は、メモリコントローラ22からの制御信号により書込/読出制御され、フレームメモリ21から読み出された信号は静止画記録用前処理回路23を介して切換スイッチ18の静止画用の被選択端子bに送られる。切換スイッチ18からの出力信号は、カメラ信号処理回路19に送られ、いわゆるY（輝度）プロセスやC（クロマ）プロセス等の信号処理が施されて、画素数変換ブロック30に送られる。

【0016】カメラ信号処理回路19からの出力信号は、画素数変換ブロック30に送られて、帯域制限ローパスフィルタ31、画素間引き回路32、縮小時画素間補間ローパスフィルタ33を介して、切換スイッチ34の被選択端子aに供給され、切換スイッチ34の被選択端子bには、カメラ信号処理回路19からの出力信号がそのまま供給される。切換スイッチ34からの出力信号は、メモリコントローラ26により制御される画像メモリ35に送られ、この画像メモリ35から読み出された画像信号は、拡大時画素間補間ローパスフィルタ37と、切換スイッチ38の被選択端子aとに送られる。拡大時画素間補間ローパスフィルタ37からの出力信号は、切換スイッチ38の被選択端子bに送られる。以上が画素数変換ブロック30の内部構成例である。

【0017】画素数変換ブロック30の切換スイッチ38からの出力信号は、切換スイッチ41の被選択端子aと、クロック乗換え用ラインメモリ42とに送られる。クロック乗換え用ラインメモリ42からの出力信号は、モニタ出力として出力端子43から取り出され、モニタ表示系や動作記録系に送られる。切換スイッチ41の被選択端子bには、上記カメラ信号処理回路19からの出力信号が供給され、この切換スイッチ41からの出力信号は、静止画キャプチャ用バッファメモリ46に一旦蓄えられた後、出力端子47を介して静止画記録のための画像信号として取り出され、静止画記録系に送られる。

【0018】タイミング発生器25は、水晶発振器等により得られる基準クロックに基づいて各種クロックを発生するものであり、CCD駆動用のクロックがドライバ24を介してCCDイメージセンサ14に送られ、サン

プルホールドパルスがサンプルホールド回路15に送られ、A/D変換用のクロックがA/D変換回路17に送られ、同期信号発生用のクロックが同期信号発生器26に送られ、システムクロックがPLL（位相ロックループ）回路27に送られる。同期信号発生器26からの同期信号は、メモリコントローラ22、タイミング発生器25、出力系同期信号発生器28、及びシステム制御マイクロコンピュータ50に送られ、PLL回路27からの出力信号が出力系同期信号発生器28及びクロック乗換え用ラインメモリ42に送られ、出力系同期信号発生器28からの出力信号がクロック乗換え用ラインメモリ42に送られる。

【0019】システム制御マイクロコンピュータ50は、動作モード選択等に応じてシステム全体を制御するためのものであり、端子51を介してモード切換選択信号が入力される。システム制御マイクロコンピュータ50からは、シャッタ制御信号がドライバ53を介してシャッタ12に送られ、ゲイン制御信号が利得制御アンプ（GCA）16に送られ、信号処理制御パラメータがカメラ信号処理回路19に送られ、モード切換や手振れ補正等に応じた制御信号がタイミング発生器25に送られる。また、垂直方向用の角速度センサ56Vからの検出信号がアンプ57V、A/D変換器58Vを介してシステム制御マイクロコンピュータ50に送られ、水平方向用の角速度センサ56Hからの検出信号がアンプ57H、A/D変換器58Hを介してシステム制御マイクロコンピュータ50に送られる。

【0020】ここで図2は、CCDイメージセンサ14の表面に配置される色フィルタの色コーディングの一例を示しており、これは、単板のCCDカラーカメラシステムでは、1つのCCDで輝度成分も色成分も生成するために、画素毎に異なる色のフィルタをCCD表面に形成したものである。この図2では、水平2画素を周期とする補色モザイクカラーコーディングの例を示している。この場合、画素ピッチによるサンプリング間隔 p_1 に対して、2画素繰返し色コーディングによるサンプリング間隔 p_2 は2倍（ $p_2 = 2p_1$ ）となり、画素ピッチそのものによるサンプリングキャリア周波数（標準化周波数） F_s に対して、2画素繰返し色コーディングによるサンプリングキャリア周波数（標準化周波数）は $F_s/2$ となる。

【0021】図3は、上記光学ローパスフィルタ13の周波数特性の例を示しており、曲線aが上記2画素繰返し色コーディングを持つCCDイメージセンサ14用の光学ローパスフィルタの周波数特性を示す。これに対して曲線bは、上記2画素繰返し色コーディングを持たない、例えば白黒撮像や、色分解プリズムによってR、G、Bに光を分けて撮像する3CCDカメラシステムの場合の光学ローパスフィルタの周波数特性を示す。これらの曲線a、bから明らかなように、上記2画素繰

返し色コーディングを持つCCDイメージセンサの場合には、色コーディングを持たない場合の半分の低い空間周波数に帯域制限しなければならないため、その分だけ解像度が低下することになる。この場合、光学ローパスフィルタは、高域まで平坦な周波数特性を実現することが難しく、画像の高周波成分が矢印cに示すように減衰し、解像度の低下を招くことになる。

【0022】そこで、本発明の実施の形態においては、出力画像よりも多い画素数のCCDイメージセンサを用いて撮像された信号に基づく出力画像よりも多い画素数の画像信号を縮小画素数変換することにより、出力画像の高周波の特性を改善している。

【0023】次に図4は、本実施の形態のシステムで使用されるCCDイメージセンサの画素数と上記3つの撮像モードでの画素数の使われ方を示す。この例ではCCDイメージセンサの有効画素数は垂直864、水平1152で正方格子である。

【0024】図4の（A）に示す動画モードでは、手振れ補正エリアを確保するため、垂直、水平ともそれぞれ20%を余剰エリアとして扱い、取り出された垂直80%、水平80%の領域の画像信号を縮小画素数変換することで、NTSC方式の場合で水平720画素×垂直240ライン（PAL方式の場合は水平720画素×垂直288ライン）の出力画像信号を得ている。

【0025】これに対して、図4の（B）、（C）に示す静止画用のモードでは、CCDイメージセンサの有効画素数の全ての画素が画像出力対象となる。水平、垂直とも出力画素よりも多くの画素をフィールド単位ですべてCCDから出力する必要があるので、出力側のフィールド周期、水平同期、システムクロックに対して、フィールド周期は同じで、水平同期の周波数と、水平転送クロックの周波数をより高い周波数で動作させる。

【0026】この実施の形態の場合、NTSC方式では、図5の（A）に示すように、1フィールドあたり垂直同期1/60秒の間に385水平同期、1水平同期期間に1430クロック、クロック周波数33MHzで動作させ、またPAL方式では、図5の（B）に示すように、垂直同期1/50秒の間に375水平同期、1水平同期期間に1440クロック、クロック周波数27MHzで動作させている。これらの切り替えは図1内のタイミング発生器25で行う。

【0027】ここで、図4の（A）の動画モードでは、フィールド画像信号を出力しており、CCDイメージセンサからの読み出しの際には、CCDイメージセンサの内部で2ラインを混合して出力するような、いわゆる2ライン混合読み出しを行っている。また、CCDイメージセンサの一部を切出して読み出し、余りのエリアを作ってこの切出しエリアを撮影者の手振れ量に応じてダイナミックに動かしてやることにより手振れを補正する機能に対応しており、手振れ量は垂直、水平各方向の角速

度センサの出力をマイコンで積分して検出する。手振れ補正により取り出された画像信号は、上記出力画像の画素数よりも多い水平960画素×垂直360ラインとなっており、これを水平720画素×垂直240ライン（NTSC方式）又は水平720画素×垂直288ライン（PAL方式）の出力画像信号に縮小画像変換している。

【0028】図6は、動画撮像モード時の各部信号を示すタイムチャートであり、図6の（A）は垂直同期信号VDを、（B）は上記CCDイメージセンサ14で撮像された画像信号を示している。この図6では、時刻 t_1 、 t_4 、 t_7 が垂直同期信号VDの基準タイミングであるが、上述した手振れ補正のため、図6の（C）に示すように、垂直方向の80%が有効画像期間（ $t_2 \sim t_3$ 、 $t_5 \sim t_6$ ）として読み出され、信号処理系に送られて、図6の（D）に示す上記画素数変換が行われる。

【0029】図1の画素数変換ブロック30において、縮小時すなわち画素数を減らす場合には、帯域制限ローパスフィルタ31により変換後の折り返し雑音を防ぐため出力の標準化周波数に合わせて帯域制限する。これを画像の垂直、水平両方向に対して行う。この後、画素間引き回路32で出力画素数に合うように画素を間引いた後、出力画素の重心を得るため画素間補間ローパスフィルタ33を通す。これも画像の垂直、水平両方向に対して行う。これにより画素の空間位置が整えられる。すなわち、画素間引き回路32と画素間補間ローパスフィルタ33とで、補間される位置での画素値が求められる。ここではまだ時間的に画素信号が不連続であるため、画像メモリ35にいったん取り込み、ライン毎にクロック乗換え用ラインメモリ42に送って、出力画像のクロック（13.5MHz）にて連続して読み出すことで、最終的な画像となる。図6では、上記画像メモリ35とラインメモリ42とをまとめてメモリとして表し、このメモリに対しての書込は高速かつ間欠的に行い、次のフィールドで一定クロック（13.5MHz）で連続して読み出して、上記端子43からモニタ出力として取り出すように表している。

【0030】また、画像の拡大時には、帯域制限する必要がないため、切換スイッチ34の被選択端子bを介してカメラ信号処理回路19からの出力信号がそのまま直接に画像メモリ35に書き込まれる。この画像メモリ35から読み出された出力は、拡大時画素間補間ローパスフィルタ37に送られ、画素数が増やされて、切換スイッチ38の被選択端子bを介してクロック乗換え用ラインメモリ42に送られ、一定クロック（13.5MHz）で連続して読み出されて出力される。

【0031】なお、上記手振れ補正のための垂直方向の切出しはCCDの垂直転送で、水平方向の切出しは画素数変換ブロックのメモリへの書き込み時点で行う。ここでは水平・垂直とも20%を手振れ補正用余剰エリアと

している。これらを毎フィールド行う。

【0032】また、後述するように、画素数変換ブロック30での縮小率を細かく変化させる（円滑に変化させる）ことにより、光学レンズによるズーミングに近い電子的なズーミングが行える。

【0033】次に静止画モード時の動作について説明する。この静止画モードとしては、上記図4の（B）に示す静止画モニタリングモード時の静止画モニタ動作と、上記図4の（C）に示す静止画記録モード時の静止画記録動作とがあり、動作説明のためのタイミングチャートを図7に示す。図7のaが静止画モニタ動作期間、bが静止画記録動作期間をそれぞれ示している。

【0034】静止画モニタリングモードとは、静止画を撮像する前の主に画枠設定、焦点や明るさ確認のための記録されないモニタモードであり、できるだけ多くの画素を有効画素として使用する目的のため動画モードのような切出しを伴う手振れ補正は行わない。すなわち、図4の（B）に示すように、上記CCDイメージセンサ14の有効画素数である水平1152画素×垂直864ラインを全て読み出すが、垂直方向では2ラインを混合することで、432ラインとして読み出す。この水平1152画素×垂直432ラインの画像信号を縮小画像変換して、水平720画素×垂直240ライン（NTSC方式）又は水平720画素×垂直288ライン（PAL方式）の画像信号として出力する。

【0035】これを図7の静止画モニタ動作期間aについて見ると、垂直同期信号VDの2垂直期間（2V：2フィールド）を周期として高速電子シャッタ期間cと露光期間dとが設けられ、高速電子シャッタ期間cの間はCCDでの蓄積電荷が捨てられ、露光期間dの間に露光された画像信号が次の垂直期間以降で2ライン混合読み出しされる。ここで、上記図5と共に説明したように、CCD読み出しクロックの1フィールド間での読み出しライン数は、NTSCで385ライン、PALで375ラインであり、図4の（B）に示すようにCCDから2ライン混合読み出しされるライン数（432）の全てを1フィールド以内で読み出すことができない。そこで、図7に示すように、1フィールドを超える期間eで2ライン混合読み出しを行っている。この2ライン混合読み出しされた画像信号を、上述したようにカメラ信号処理し、画素数変換した後、画像メモリに書き込み、所定の動画フォーマット（例えばDVフォーマット）に従った動画画像信号として読み出される。これらのカメラ信号処理、画素数変換、画像メモリへの書込／読出の各動作は、変換元の画素数が水平1152画素×垂直432ラインであることを除けば、上述した動画モードの場合と同様であるため、説明を省略する。

【0036】次に、静止画記録モードとは、上記静止画モニタリングで画枠、明るさ、焦点位置を決めたのち静止画を記録するための動作モードである。このモードで

は、CCDからの読み出し時、2ライン混合せず、目標の時間露光後、メカニカルシャッタを閉じ、偶数ライン、奇数ラインを別々に、別の時間で読み出す。なお、偶数ライン、奇数ラインを別の時間で読み出すようにしたのは、CCDの全面素を1度に読み出すためにはCCD内の垂直レジスタの数が2倍必要となり、CCDの電極形成が困難であり、性能的にも有利とはいえない点と、動画モードも選択可能な動画／静止画兼用の撮像装置の場合に、毎フィールド必ず1枚の画像を読み出す必要がある動画モードとの適合性を考慮したものである。このように、2ライン混合せずに読み出す場合には、上記動画モード時や静止画モニタモード時のような2ライン混合読み出しの場合に比べて、CCD出力レベルが半減することを考慮して、図1のGCA（利得制御アンプ）16で上記動画モード時や静止画モニタモード時のほぼ2倍に増幅し、A/D変換回路17に送るようにしている。

【0037】図4の（C）は、この静止画記録モードでの画素数を示すものであり、CCDイメージセンサの水平1152画素×垂直864ラインを、垂直432ラインずつの偶数ライン、奇数ラインの2回に分けて読み出した後、図1のフレームメモリ21に書き込み、読み出す際に偶数ライン、奇数ラインを交互に読み出していわゆるプログレッシブ化することにより、水平1152画素×垂直864ラインの静止画像を得る。この水平1152画素×垂直864ラインの静止画像を、図1の静止画記録用前処理回路23で、動画時のカメラ信号処理と同じ処理が可能な信号形態に変換する。具体的には、CCDからの読み出し時に行わなかった2ライン混合の代わりに、図8に示すような2ライン加算により行う。この2ライン加算では、動画時や静止画モニタリング時とは異なり、図8に示すように、偶数ライン+奇数ライン、奇数ライン+偶数ライン、偶数ライン+奇数ライン、奇数ライン+偶数ライン、・・・という順に加算して出力することにより、CCDの有効ライン数と同じライン数の静止画像を得る。この静止画像を、動画モード時と同様にカメラ信号処理を施した後、必要に応じていわゆるVGAサイズ（640×480）の画像に縮小変換したり、あるいはそのままいわゆるメガピクセルサイズ（1152×864）の画像として、図1の出力端子47を介して静止画記録系へ出力する。

【0038】以上のような静止画記録動作を図7の静止画記録動作期間bを参照しながら説明すると、先ず、上記静止画モニタ動作期間aのシャッタボタン検出期間fでシャッタボタン操作が検出され、その直後の垂直期間での高速電子シャッタ期間gと、図1のメカニカルシャッタ12のクローズ期間jとの間の露光時間hで露光が行われる。この露光時間hは、メカニカルシャッタ12のクローズ開始時点に対する高速電子シャッタ期間gの終端のタイミングによって決定され、具体的には高速電

子シャッタ期間gの終端のタイミングが調整されることで露光時間、いわゆるシャッタスピードが決められる。この露光時間hで露光されて撮像された画像は、上述したように、奇数ライン読み出し期間mと、偶数ライン読み出し期間nとに分けられて読み出され、図1のフレームメモリ21にそれぞれ書き込まれる。これらの書き込みが終了した後の期間pで、上述したようなライン順序に従うプログレッシブ化された読み出しと、静止画用前処理（2ライン加算処理）とが施され、動画モード時と同様なカメラ信号処理が施され、必要に応じて画素数変換処理が施された後、図1の静止画キャプチャ用バッファメモリ46に書き込まれる。この静止画キャプチャ用バッファメモリ46に書き込まれた静止画像は、静止画記録系の要求に従ったタイミングやデータレートで読み出され、出力端子47を介して静止画記録系に送られて記録される。

【0039】次に、図9は、上記図1の帯域制限ローパスフィルタ31、縮小時画素間補間ローパスフィルタ33、拡大時画素間補間ローパスフィルタ37として使用されるフィルタの基本構成例を示し、この図9のフィルタの各係数K1～K17の例を図10、図11に示している。

【0040】図9は、いわゆる17タップのFIR（有限インパルス応答）デジタルフィルタの基本構成を示し、ハードウェア的には、16個の遅延素子と、17個の係数ROMと、17個の乗算器と、1個の総和加算器とから成っている。ただし、必要とされる演算速度を満足する範囲で、1個の係数ROMから17個の係数を読み出すようにしたり、フィルタの一部あるいは全体をソフトウェアで実現するようにしてもよい。上記遅延素子としては、画像の垂直方向のフィルタではラインメモリやディレイライン等の1H（1ライン）遅延素子、水平方向のフィルタではDフリップフロップ等の1画素遅延素子が用いられる。

【0041】図10は、帯域制限ローパスフィルタを構成する場合の各係数K1～K17を示し、（A）は1倍以上に画素数変換する場合の帯域制限ローパスフィルタにおけるフィルタ係数の例を、（B）は3/4倍に縮小画素数変換する場合のフィルタ係数の例を、（C）は2/3倍に縮小画素数変換する場合のフィルタ係数の例を、それぞれ示している。この例では、できるだけ周波数特性を劣化させずに帯域制限を行うため、タップ数を17と多くしており、各タップの係数（フィルタ係数）は、 $\sin X / X$ 、すなわちsinc関数とも称される曲線をデジタル値化したものを用いている。図10の例では、上記sinc関数に窓関数を乗じてタップ数を制限して17としている。

【0042】図11は、画素間補間ローパスフィルタを構成する場合の各係数K1～K17を示し、補間後の画素重心が上記sinc関数の中心のピーク位置となるように

各係数K1～K17を選ぶことで、図中の画素重心の位置の画素値を得ることができる。

【0043】次に、図12は、画素間補間フィルタの具体的な構成例を示し、例えば図1の縮小時画素間補間ローパスフィルタ33として使用されるものである。

【0044】この図12において、入力端子101には、例えば図1の画素間引き回路32からの出力信号が入力され、水平画素間補間フィルタ102に供給される。この水平画素間補間フィルタ102は、上記図9と同様な構成を有し、この場合、図9の各遅延素子はDフリップフロップ等の1画素遅延素子である。この水平画素間補間フィルタ102により水平方向の画素間の補間が行われた信号は、ラインメモリ回路103を介して垂直画素間補間回路104に送られる。これらのラインメモリ回路103と垂直画素間補間回路104とで、上記図9の遅延素子をライン遅延素子とした垂直方向の画素間補間フィルタが構成され、その出力が、例えば図1の画像メモリ35に相当する画像メモリ105に送られる。メモリコントローラ109は、例えば図1のメモリコントローラ36に相当するものであり、水平画素間補間フィルタ102や垂直画素間補間回路104からの書込ディセーブル信号等の制御信号が送られてラインメモリ103の書込／読出を制御したり、画像メモリ105の書込／読出を制御したりする。このとき、上記フィルタ係数を細かく、ほぼ連続的に変化させることにより、縮小率を円滑に変化させて、いわゆるズームングを行わせることができる。

【0045】ここで、図13～図16は、縮小率を変化させたときの周波数特性及び表示画像範囲の例を示している。これらの図13～図16の例では、図示及び説明を簡略化するために、いわゆるDVフォーマットの出力撮像（水平720画素×垂直480ライン）に対して、CCDにより撮像されて得られる入力画像を、水平、垂直共に2倍の、水平1440画素×垂直980ライン、としている。

【0046】いわゆるDVフォーマットの基本仕様（SD仕様）の規格においては、標準化周波数が13.5 MHzであるので、その半分の6.75 MHzまでが信号の再生帯域となる。このような出力画像の画素数に対し十分多い画素を持つCCDイメージセンサ、例えば水平1440画素×垂直980ライン、あるいは上述した実施の形態のような水平1152画素×垂直864ラインのCCDイメージセンサを用いれば、光学的にはより高い周波数帯域までの撮像が可能で、縮小方向に画素数変換して出力している間は、出力画像の周波数特性の劣化は少ない。

【0047】図13は、上記水平1440画素×垂直980ラインのCCDイメージセンサで撮像されて入力された画像の全ての領域を用い、1/2倍に縮小画素数変換して出力する場合を示し、(A)は周波数特性を示

し、(B)は出力画像に使用される領域を斜線部で示している。図14は、CCDイメージセンサの上記有効撮像領域である水平1440画素×垂直980ラインの内の水平1200画素×垂直800ラインの領域を切り出して3/5倍に縮小画素数変換して出力する場合を示し、(A)は周波数特性を、(B)は入力画像中の使用領域（図中の斜線部）をそれぞれ示す。同様に、図15は、水平1440画素×垂直980ラインの内の水平960画素×垂直640ラインの領域を切り出して3/4倍に縮小して出力する場合を示し、(A)は周波数特性を、(B)は使用領域（斜線部）をそれぞれ示す。また、図16は、等倍切り出しの例を示し、入力画像の水平1440画素×垂直980ラインの内から、(B)の斜線部に示す出力画像と同サイズの水平720画素×垂直480ラインを切り出して、等倍で（縮小せずに）出力する場合の周波数特性を(A)に示している。

【0048】これらの図13～図16において、図16の等倍切り出しの例では、従来と同程度の周波数特性に相当し、縮小方向の画素数変換を行う図13～図15の例では、各図の(A)の周波数特性から明らかなように、出力画像帯域（0～6.75 MHz）内では、高周波成分での信号レベルが大きく得られている。この場合、変換の比率を変えても解像度の劣化は少ないことから、電子的に画素変換を縮小率を細かく変化させることで光学レンズによるズームングに近いズームングが可能になる。これにより単焦点レンズを使った電子カメラにおいても画質劣化の少ないズームングが可能となり、また、光学のズームレンズを使った電子カメラでもズーム倍率のさらなる拡張が可能になる。

【0049】ところで、上記図1と共に説明したような本発明の実施の形態となる撮像装置は、出力画像の画素数に対して十分に多い画素数を持つCCDイメージセンサを用いて光学ローパスフィルタのNull（ヌル点）となる周波数を高い周波数に上げ、高周波までできるだけ平坦な特性の補間ローパスフィルタを含む画素数変換処理を通すことで、出力画像での高周波特性、解像度を改善している。

【0050】この解像度改善の原理を、図17及び図18を参照しながら説明する。ここで、出力信号のフォーマットのNTSC/PALの放送方式に合わせた画素数配列のCCDを用いる場合、CCDでの空間標準化周波数とDVフォーマットでの出力の標準化周波数とがそのまま対応する。DVフォーマットの基本仕様（SD仕様）の標準化周波数は13.5 MHzであり、それに対しCCDへの入力から、画像としての出力までの周波数特性を図17及び図18に示している。

【0051】図17は、従来の出力画像の画素数と同程度の画素数のCCDイメージセンサを用いる場合を示しており、このようなCCDイメージセンサに対応する光学ローパスフィルタの周波数特性は(A)のようにな

り、限界解像度近辺（6.75MHz近傍）の光学的な利得が残らない。従って、出力画像の輝度信号の周波数特性も、(B)に示すように、限界解像度付近のレベルが非常に小さくなって、解像度が劣化したものとなる。

【0052】これに対して図18は、本実施の形態のように、出力画像の画素数に対して十分に多い画素数を持つCCDイメージセンサを用いた場合を示しており、光学ローパスフィルタの周波数特性は、図18の(A)に示すように、限界解像度近辺（6.75MHz近傍）の光学的な利得が大きく残っている。図18の(B)は、上記画素数変換処理における画素間補間ローパスフィルタの周波数特性の一例を示し、上述したように、フィルタのタップ数を多くすることで急峻なカットオフ特性が得られ、画素数変換した後の周波数特性も、図18の(C)に示すように、限界解像度付近の信号レベルが比較的大きく残っており、鮮明度の高い高画質の出力画像を得ることができる。

【0053】また、上述した本発明の実施の形態の撮像装置においては、静止画記録前にカメラ画像をモニターする静止画モニターモードの際、CCDイメージセンサからの読み出し画素を間引かないですべて出力し、縮小画素数変換を行ってビデオ出力画像信号を作ること、解像度の良好なモニター画像を得ている。

【0054】ここで、出力画像の画素数よりも多くの画素数のCCDイメージセンサを持つカメラシステムで画像をモニターする際に、画素の一部を間引いて読み出す場合がある。具体的には、垂直方向についてのラインの一部の間引くようなライン間引き読み出しが挙げられ、例えば、図19の(A)は、上記図2に示したような補色モザイクカラーコーディングフィルタを用いたCCDイメージセンサの場合のライン間引き読み出しの例を示している。この図19の(A)では、3ラインにつき1ラインを読み出すような3ライン周期の間引きを行うことで、垂直方向の読み出し画素の色の並びが、全画素を読み出した場合と同じ順（例えば、Ye, G, Ye, Mg, ...の順）に得られている。また、3原色モザイクカラーコーディングフィルタを用いる場合も、図19の(B)に示すように、3ラインにつき1ラインを読み出すような3ライン周期の間引きを行うことで、垂直方向の読み出し画素の色の並びが、全画素を読み出した場合と同じ順（例えばR, G, R, B, ...の順）に得られている。

【0055】ところが、このようにCCDイメージセンサから間引きを行いながら読み出す場合には、サンプリング折り返し成分による悪影響があり好ましくない。すなわち、図20は、ライン間引きによる悪影響を説明するための図であり、図20の(A)はCCDの前に設けられる光学ローパスフィルタの周波数特性を、(B)はCCDから全画素を読み出す場合の周波数特性を、また(C)は上述したような3ラインに1ラインだけ読み出す場合の周波数特性をそれぞれ示している。この図20

において、Fsは画素ピッチによるサンプリング周波数を示し、SoはCCDに入力される原信号を示し、図中の斜線部はサンプリングによる折り返し成分を示している。

【0056】CCDイメージセンサから全画素を読み出す場合には、図20の(B)に示すように、出力信号帯域の高周波部分での折り返し成分の混入量は少ないが、上述したように3ラインに1ラインだけ読み出す場合には、Fs/3の周波数でサンプリングされることに等価となり、図20の(A)に示す光学ローパスフィルタによる帯域制限を行っても、出力信号帯域内に、Fs/3のサンプリングによる側帯波成分が大量に折り返って混入することになる。これが輝度、色に対して大きな弊害を及ぼし、著しく画質を損なうことになる。

【0057】そこで、本発明の実施の形態においては、静止画モニターモード時には、図21に示すような2ライン混合読み出しを行い、また、静止画記録モード時には、図22に示すように、奇数ラインと偶数ラインとを分けて別々に読み出すことで全画素を独立に読み出すようにしている。すなわち、図21の2ライン混合読み出しでは、CCDイメージセンサからの読み出しの際に2ラインを混合して読み出し、また、図22の全画素独立読み出しでは、(A)のような1ライン置き第1フィールドの読み出しと、(B)のような残りのラインの第2フィールドの読み出しとを、別の時間に行い、フレームメモリでライン順に並べて出力することで、CCDイメージセンサの全画素を読み出している。なお、図22は、補色モザイクカラーコーディングフィルタを用いたCCDイメージセンサの場合の例を示しているが、図23に示すように、3原色モザイクカラーコーディングフィルタを用いたCCDイメージセンサの場合も同様に全画素読み出しが行える。

【0058】次に、上記静止画記録モード時には、上述したように、図1のA/D変換回路17の前段のGCA（利得制御アンプ）16で、CCDイメージセンサ14内で2ライン混合しないで出力された撮像信号を動画時のほぼ2倍程度に増幅しており、これによってモニタリング時と同じレベルで撮像信号をA/D変換回路17に供給できるので、A/D変換による量子化誤差を低減することができる。このときの動作について、図24を参照しながら説明する。

【0059】すなわち、図24の(A)は、2ライン混合読み出し時における、A/D変換回路17の入力レンジRaに対する入力信号（GCA16からの出力信号）レベルLaを示し、(B)は、全画素独立読み出し時のA/D変換回路17の入力レンジRbに対する入力信号レベルLbを示す。ここで、図24の(A)に示すように、2ライン混合読み出し時の信号レベルLaに対して適切にA/D変換が行えるように、A/D変換回路17の入力レンジRbと入力信号レベルLbとが調整されて

いる場合に、全画素独立読み出し時の信号レベル L_b は、2ライン混合読み出し時の信号レベル L_a のほぼ半分となるため、量子化精度が約半分に低下することになる。そこで、図24の(C)に示すように、上記全画素独立読み出し時の信号レベル L_b を、図1のGCA16で2倍に増幅して $2L_b$ とすることで、A/D変換回路17の入力レベルを2ライン混合読み出し時と同程度とし、量子化精度も上記2ライン混合読み出し時と同程度に向上させている。

【0060】この時、A/D変換後の信号を、図1の静止画記録用前処理回路23にて、上述したように2ライン加算してモニタ時と同様な信号にしてカメラ信号処理回路19に渡してやるが、ただ加算したのではこのレベルがモニタ時の約2倍になり、信号処理側のダイナミックレンジに対して大きくなってしまいますので、語長を維持したまま $1/2$ に減衰し、カメラ信号処理回路19に渡す前にその入力語長に合わせて最下位ビットを丸めるような処理を行わせている。

【0061】また、本発明の実施の形態においては、上記多画素CCDイメージセンサ14の画素を正方格子のものを用いている。これにより、PC（パーソナルコンピュータ）のディスプレイ等で表示する用途の静止画を記録する場合においては、アスペクト比を維持するための画素数変換を必要としないで済む。また、画像記録前に画素数を変換するとしても垂直、水平とも同じ比率で変換することになるので、垂直、水平の画像の周波数特性が偏らずに済む。すなわち、ビデオ信号出力に対しては十分多い画素数のCCDであることで縮小方向の画素数変換によって高周波まで帯域の伸びた画像が得られ、PCディスプレイで表示する目的の画像については画素数変換をしないで済むのでカメラの特性をそのまま表示できる、あるいは垂直、水平の周波数特性のバランスがとれた画像を表示できる。また、NTSC、PAL両方式の出力画像に対して十分多い画素数を持つCCDイメージセンサを使用し、画素数変換の比率を変えることで両方の動画像出力に対応することができる。この場合、NTSC/PALの各方式に対して、画素数変換の比率を変えることで両者に同一のCCDイメージセンサを用いることが可能になり、システム上の切り替えが容易になり、コストの面で有利となる。

【0062】これによって、静止画モニタリング時も、静止画記録時も、高画質の出力画像を得ることができる。

【0063】なお、本発明は、上述した実施の形態のみに限定されるものではなく、例えば上記実施の形態では、CCDイメージセンサの画素数を水平1152画素×垂直864ラインとしたが、2メガピクセルCCDやそれ以上の画素数のCCD等も使用可能である。また、補色モザイクカラーコーディングの画素配列は、上記実施の形態に限定されず、他の配列であってもよく、ま

た、3原色のカラーコーディングフィルタを用いる場合にも本発明を適用できる。さらに、ビデオカメラ装置以外にも、静止画専用のデジタルカメラ装置等の撮像装置にも本発明を適用可能である。この他、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能であることは勿論である。

【0064】

【発明の効果】本発明に係る撮像装置によれば、撮像素子と、この撮像素子の読み出しを、2ライン混合して読み出す第1のモードと、各ライン独立に読み出す第2のモードとを切り換える手段と、上記撮像素子からの撮像信号が入力され上記第2のモード時に上記第1のモード時の2倍に増幅する増幅手段とを有することにより、アナログ撮像信号のレベルを2ライン混合読み出し時と各ライン独立読み出し時とで同じものとし、このアナログ信号をデジタル信号に変換するためのA/D変換の際の量子化誤差を低減することができる。

【0065】また、上記第1のモードは静止画モニタモード、上記第2のモードは静止画記録モードである場合に、静止画のモニタモードから記録モードに切り換える際の画質の変化を小さく抑えることができる。

【0066】また、上記第1のモードでは、上記撮像素子の全領域を2ライン混合により2フィールド以内に読み出すことにより、高画質のモニタ画像を得ることができ、また、2フィールドに1回であれば静止画撮影において十分な画質確認が可能であり、意図した画枠合わせに対しても遅れなく表示できる。

【0067】さらに、上記撮像素子としては、出力画像の画素数よりも多い画素数を有するものを用い、上記撮像素子からの撮像信号に基づいて得られた出力画像の画素数よりも多い画素数を有する中間画像の信号を縮小画素数変換して上記出力画像の画像信号に変換する画素数変換手段を有することにより、画像の高周波での特性が上がり、解像度あるいは鮮明度を上げることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る撮像装置の実施の形態となるビデオカメラ装置の構成を示すブロック図である。

【図2】CCDイメージセンサ上の補色モザイクカラーコーディングフィルタの一例を示す図である。

【図3】CCDイメージセンサの前方に配置される光学ローパスフィルタの周波数特性を示す図である。

【図4】各モードでの撮像信号の画素数や出力画像の画素数等を示す図である。

【図5】NTSC方及びPAL方式でのCCD読み出しクロックの周波数を説明するための図である。

【図6】動画モード時の動作説明タイミングチャートである。

【図7】静止画モード時の動作説明タイミングチャートである。

【図8】フレームメモリからの読み出し時の2ライン加算動作を説明するための図である。

【図9】デジタルフィルタの基本構成を示す図である。

【図10】帯域制限ローパスフィルタを構成する場合のデジタルフィルタの各係数の例を示す図である。

【図11】画素間補間ローパスフィルタを構成する場合のデジタルフィルタの各係数の例を示す図である。

【図12】画素間補間フィルタの具体的な構成例を示すブロック図である。

【図13】縮小率を1/2としたときの周波数特性及び表示画像範囲を示す図である。

【図14】縮小率を3/5としたときの周波数特性及び表示画像範囲を示す図である。

【図15】縮小率を3/4としたときの周波数特性及び表示画像範囲を示す図である。

【図16】縮小率を1(等倍)としたときの周波数特性及び表示画像範囲を示す図である。

【図17】出力画像の画素数と同じ画素数のCCDイメージセンサを用いる場合の光学ローパスフィルタ特性及び出力画像の周波数特性を示す図である。

【図18】出力画像の画素数よりも多くの画素数のCCDイメージセンサを用いる場合の光学ローパスフィルタ特性、画素間補間ローパスフィルタ特性及び出力画像の周波数特性を示す図である。

【図19】CCDイメージセンサの画像をモニタする場合のライン間引き動作の例を説明するための図である。

【図20】CCDイメージセンサの画像をモニタする場合の

合のライン間引き動作による悪影響を説明するための図である。

【図21】CCDイメージセンサの画像の2ライン混合読み出し動作を説明するための図である。

【図22】補色モザイクカラーコーディングCCDイメージセンサの画像の全画素読み出し動作を説明するための図である。

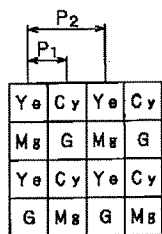
【図23】3原色モザイクカラーコーディングCCDイメージセンサの画像の全画素読み出し動作を説明するための図である。

【図24】A/D変換器の前段のGCA(利得制御アンプ)の動作を説明するための図である。

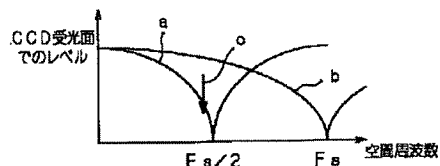
【符号の説明】

13 光学ローパスフィルタ、14 CCDイメージセンサ、15 S/H(サンプルホールド)回路、16 GCA(利得制御アンプ)、17 A/D変換回路、19 カメラ信号処理回路、21 フレームメモリ、22、36 メモリコントローラ、23 静止画記録用前処理回路、25 タイミング発生器、26 同期信号発生器、27 PLL回路、28 出力系同期信号発生器、30 画素数変換ブロック、31 帯域制限ローパスフィルタ、32 画素間引き回路、33 縮小時画素間補間ローパスフィルタ、35 画像メモリ、37 拡大時画素間補間ローパスフィルタ、42 クロック乗換え用ラインメモリ、46 静止画キャプチャ用バッファメモリ、50 システム制御マイクロコンピュータ

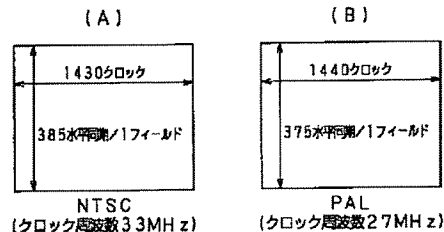
【図2】



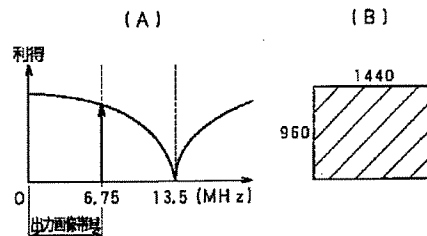
【図3】



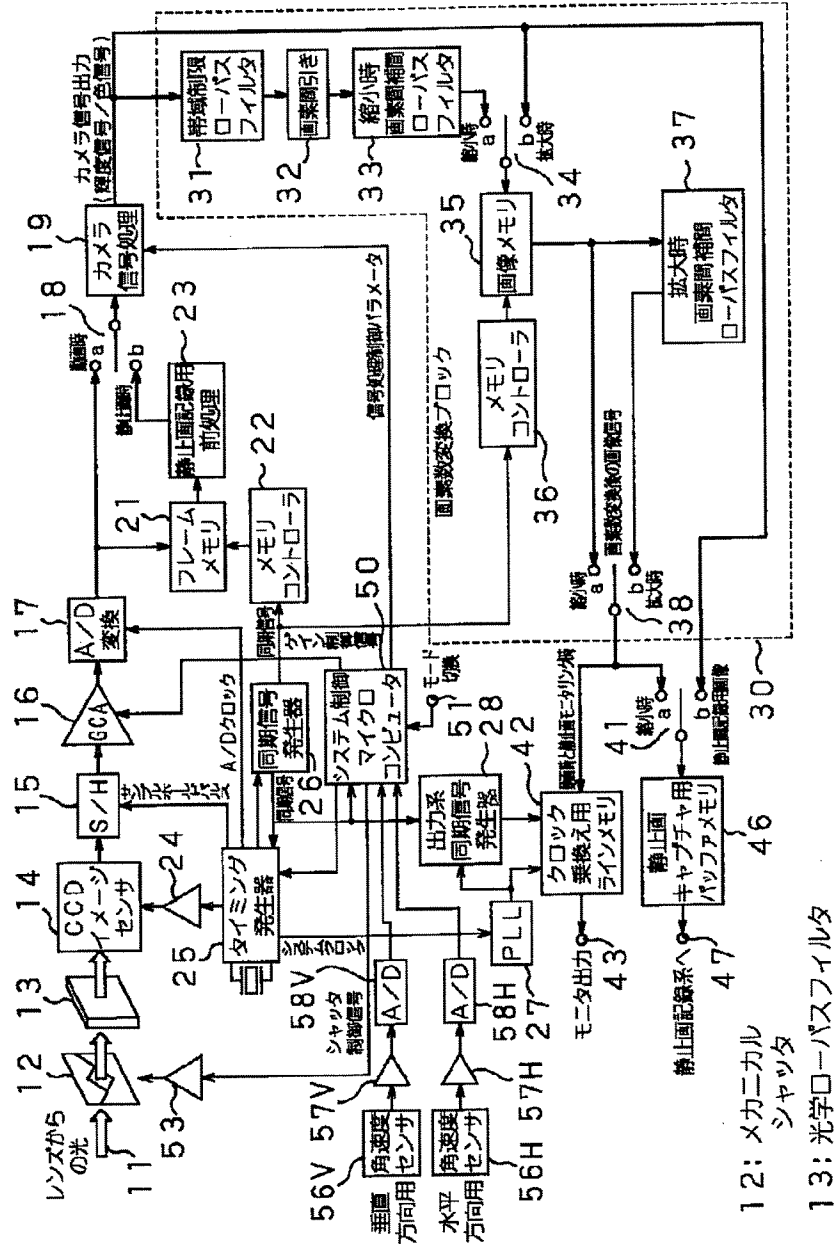
【図5】



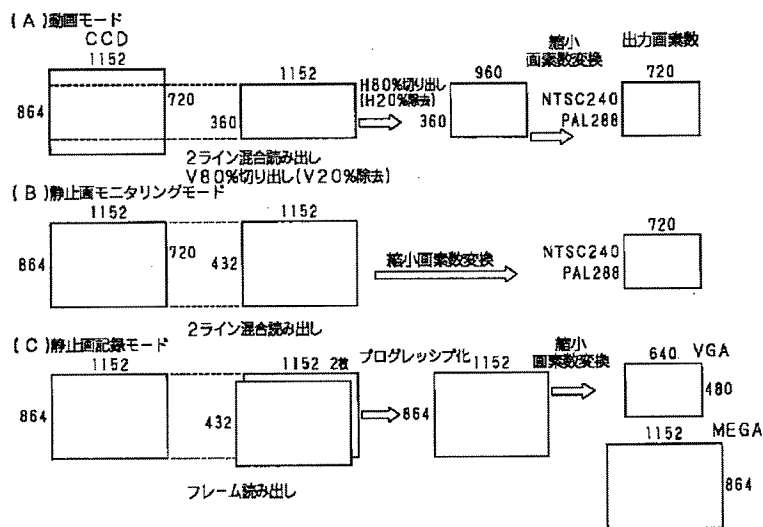
【図13】



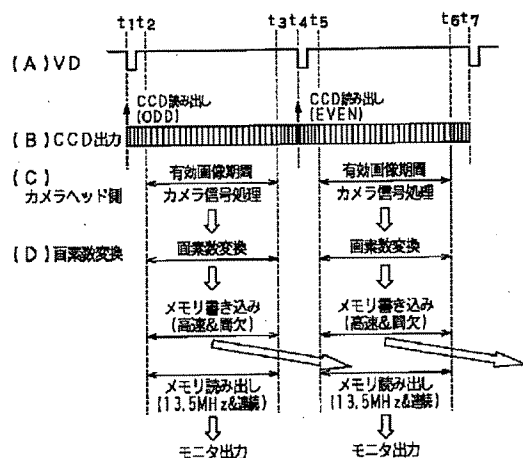
【図1】



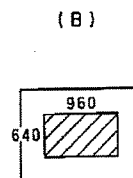
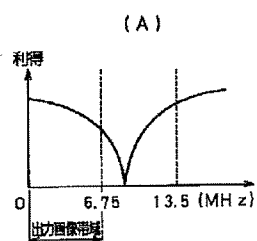
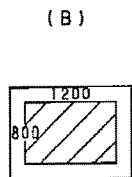
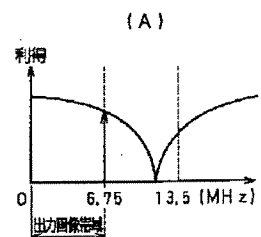
【図 4】



【図 6】

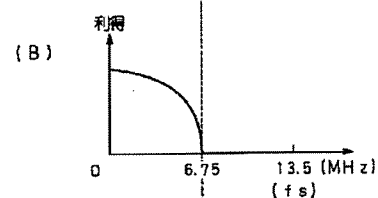
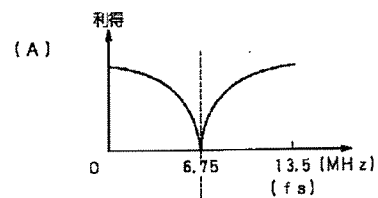


【図 14】

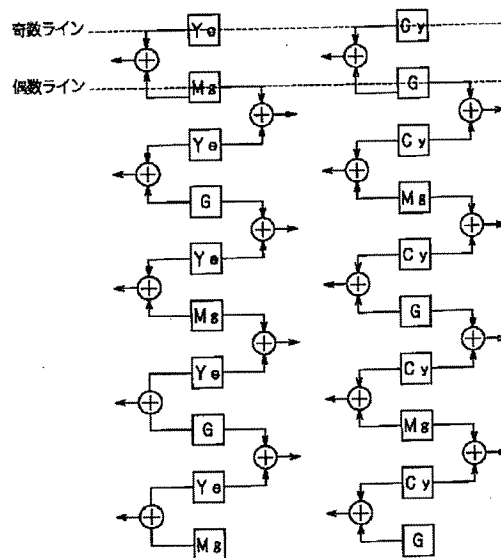


【図 15】

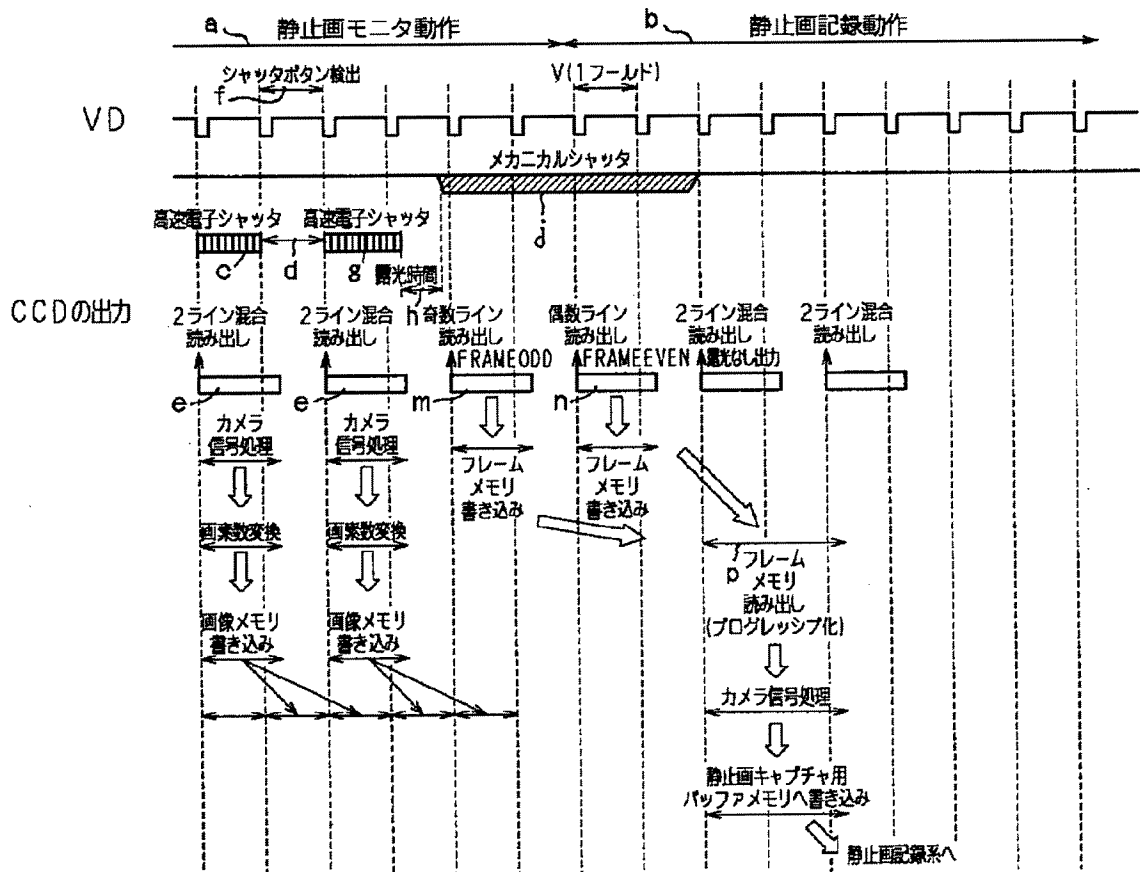
【図 17】



【図 8】

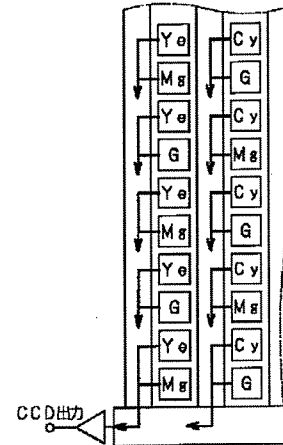
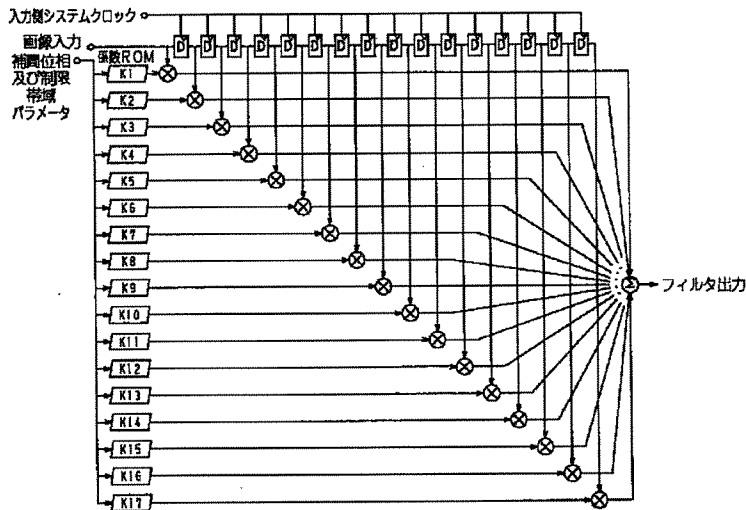


【図 7】

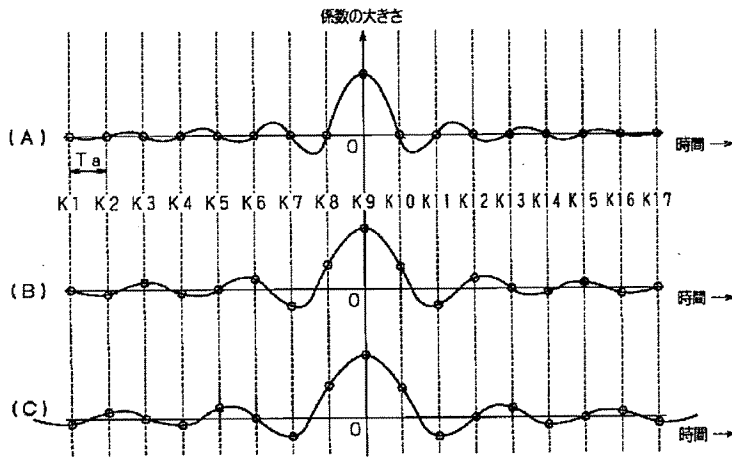


【図 9】

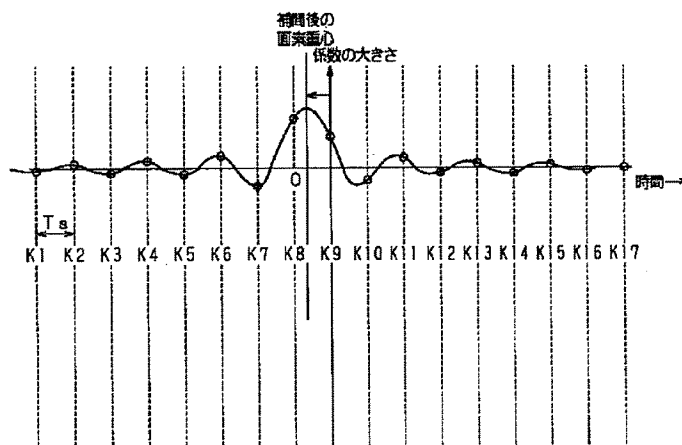
【図 21】



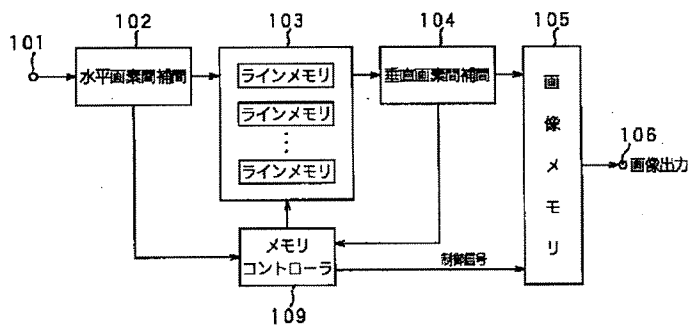
【図10】



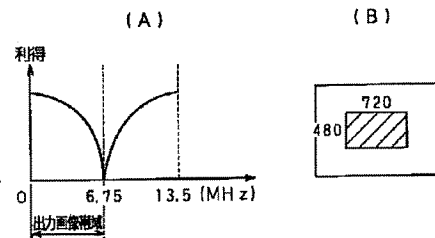
【図11】



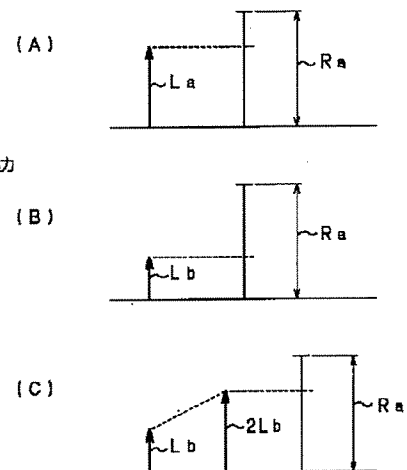
【図12】



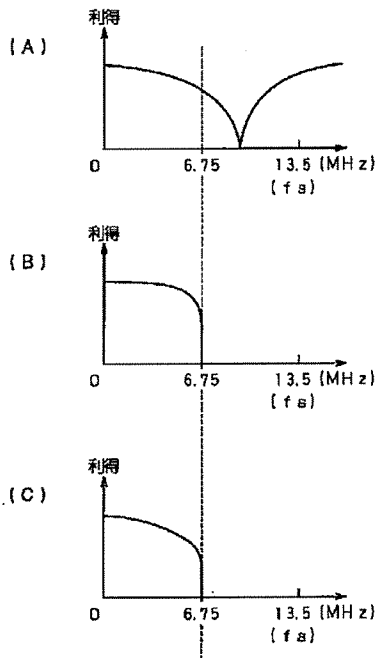
【図16】



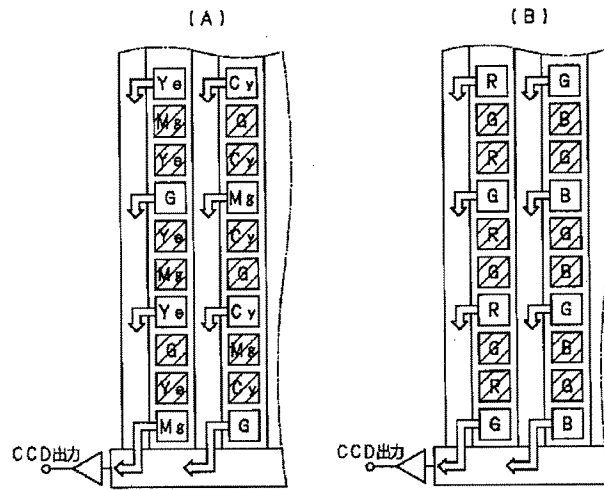
【図24】



【図18】

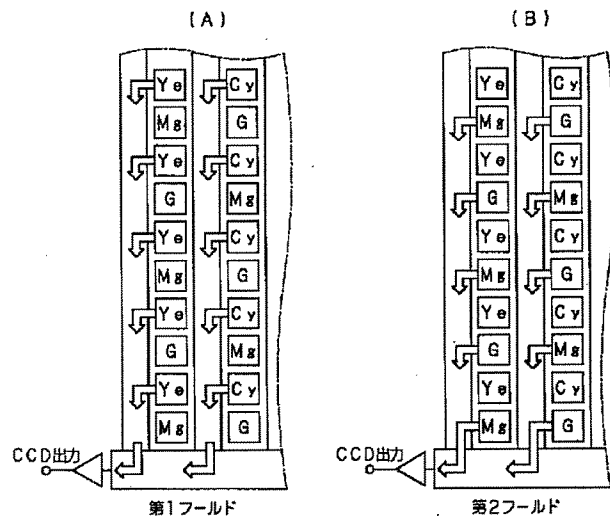
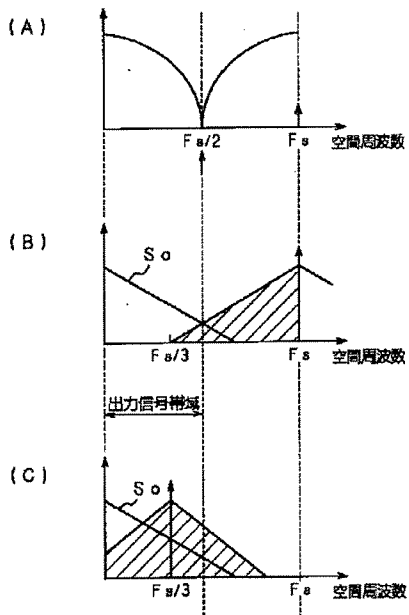


【図19】

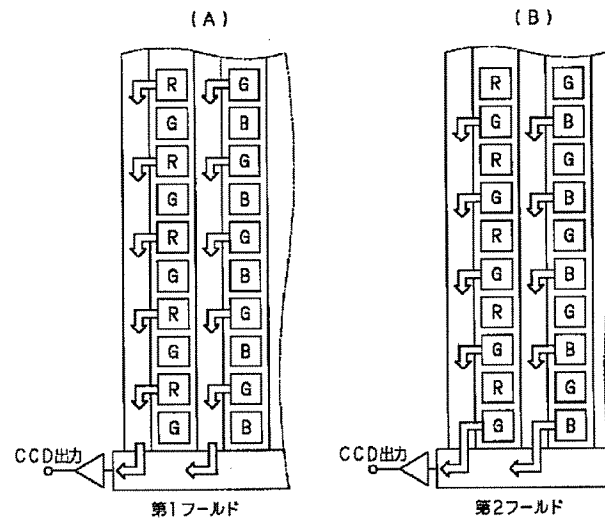


【図22】

【図20】



【図23】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)	
H O 4 N	5/92	H O 4 N	9/07	C
	9/07		5/91	J
			5/92	D

F ターム (参考) 5C022 AA00 AB12 AB13 AB55 AC42
AC52 AC55
5C024 AA01 BA00 CA11 CA24 DA01
DA05 DA07 EA02 EA04 FA01
FA11 GA11 HA06 HA08 HA10
HA14 HA17 HA19 HA24 JA04
JA09 JA11 JA31
5C053 FA05 FA07 GA08 GA09 GA10
KA03 KA18 KA22 KA24 KA25
LA03 LA06
5C065 AA01 BB13 BB39 BB48 CC01
DD02 DD17 EE03 GG11 GG18
GG30 GG39